(3)
E-600E
C.2.

The Use of Sampling in the 1981 Canadian Census

Statistics Canada

December, 1983.

(Prepared by D. Royce, Census and Household Survey Methods Division).

ABSTRACT

Sampling during fieldwork first became a feature of the Census of Canada in 1941. This paper traces the history of sampling in Canadian censuses, with particular emphasis on the methods used in 1981. Other applications of sampling for census planning, testing, implementation and evaluation are also discussed. The paper concludes with some thoughts on the role of sampling in future censuses and describes our plans for 1986.

1. INTRODUCTION:

The history of the census in Canada dates back more than three hundred years, when Jean Talon conducted the first census in the colony of New France in 1666. In 1867, the British North America Act created the Dominion of Canada, and also established the Census of Canada. Under this act, a census was to be taken in 1871 and every tenth year thereafter. Its main purpose was to determine population distribution as a basis for the drawing of electoral boundaries. More recently, census statistics have been used to calculate per capita grants to provinces and municipalities, to determine economic and social policies, to plan industrial development and to estimate needs for schools, roads and many other public services. To fill the growing need for more frequent data, a series of quinquennial censuses began in 1956 and continued in 1966 and 1976.

By contrast, the development of statistical sampling is a relatively recent phenomenon. However, sampling has quickly gained acceptance in a variety of settings. It is used, for example, by accountants in auditing financial statements, in industry for controlling the quality of items coming off a production line, and by the takers of opinion polls and surveys in producing information about a population's views or characteristics. In general, the motivation to use sampling stems from a desire either to reduce costs, to obtain results faster, or both. The disadvantage of sampling is that the results based on a sample may not be as precise as those based on the whole population. However, when the loss in precision (which may be quite small when the sample is large) is tolerable in terms of the uses to which the results are to be put, the use of sampling is often cost-effective. Furthermore, the reduction in the scale of a study achieved through using sampling may in fact lead to a reduction in errors from non-sampling sources, thus compensating to some extent for the loss of precision resulting from sampling.

This paper discusses how census-taking and sampling were combined in the 1981 Census of Canada. Section 2 gives a brief history of sampling in past Canadian censuses. Section 3 describes the primary application of sampling, namely the collection of all but the basic census data from a sample of households. Sections 4, 5 and 6 discuss some other uses of sampling, from census planning and implementation to the evaluation of data quality. Section 7 concludes with some thoughts on the role of sampling in census taking and a brief description of plans for the 1986 census.

2. HISTORY OF SAMPLING IN CANADIAN CENSUSES

Sampling was first used in the Canadian Census of Population and Housing in 1941. In 1941 most housing questions were asked on a 1 in 10 sample basis. The sample of households was selected at the enumeration stage. Also, a 1 in 10 sample of Enumeration Areas was selected in Head Office for the purpose of advance publication of certain economic and family data. In the 1951 Census all housing questions were asked only of a 1 in 5 sample of households. Households with numbers ending in 2 or 7 received the sample housing questionnaire. A 1 in 5 sample of households was again used for housing questions in the 1961 Census and, in addition, the same sample households were asked some further population questions on migration, fertility and source of income. The sample questionnaires were dropped off by

the enumerator during the main Census enumeration and were picked up by the same enumerators later.

The 1971 Census saw several major innovations in the method of census-taking. The primary change was from the traditional canvasser method to the use of self-enumeration for the majority of the population. This change was prompted by the results of several studies in Canada and elsewhere (Fellegi, 1964; Hansen et al., 1959) that indicated that the effect of the enumerator was a major contribution to the variance of Census figures in a canvasser census. Because the magnitude of this effect grew in proportion to the size of the enumerator's assignment, the minimum effect would theoretically be realized with one enumerator for each respondent. In a practical sense, this meant making every respondent his own interviewer. Thus the use of self-enumeration was expected to reduce the variance of census figures through reducing the effect of the enumerator, while at the same time giving the respondent more time and privacy in which to answer the census questions - factors which might also be expected to yield more accurate responses. This was especially true for housing and income questions where the respondent might need to refer to personal records.

The second aspect of the 1971 Census that differentiated it from any earlier census was its content. The number of topics covered and the number of questions asked were greater than in any previous Canadian census. Considerations of cost, respondent burden, and timeliness versus the level of data quality to be expected using self-enumeration and sampling led to a decision to collect all but certain basic characteristics on a one-third sample basis in the 1971 Census. In all but the more remote areas of Canada, every third private household received the "long form" which contained all the census questions while the remaining private households received the "short form" containing only the basic questions covering name, relationship to head, sex, date of birth, marital status, mother tongue, type of dwelling, tenure, number of rooms, water supply, toilet facilities, and certain coverage improvement items. All households in pre-identified remote enumeration areas and all collective dwellings received the long form.

The content of the 1976 Census was considerably less than that of the 1971 Census. Furthermore, the 1976 Census did not include the questions that cause the most difficulty in collection (e.g., income) or that are costly to code (e.g., occupation, industry, and place of work). Therefore, the benefits of sampling in terms of cost savings and reduced respondent burden were less clear than for the 1971 Census. Nevertheless, after estimating the potential cost savings to be expected with various sampling fractions, and considering the public relations issues related to a reversion to 100% enumeration after a successful application of sampling in 1971, it was decided to use the same sampling procedure in 1976 as in 1971.

3. SAMPLING DURING DATA COLLECTION IN THE 1981 CENSUS

By the 1981 Census, the benefits of sampling had been firmly established. In preparation for that Census an extensive study of the feasibility of using several alternative sample designs was undertaken. As well as the short form/long form sampling design, sample designs using interlocking samples were considered. With this type of design, several different versions of the questionnaire, each with a different combination of content groups, are used. This methodology was used in the 1970 U.S. Census

utilizing three questionnaires and was tested in the U.K. Census in 1974 using ten questionnaires. The main advantage of interlocking sampling is the reduction in the maximum number of questions to be answered by any one person. It also permits different sampling ratios to be used for different questions if this is desirable. However, these advantages were felt to be outweighed by the disadvantages, among them being complication of collection and data processing procedures and the extra burden on enumerators. The method also limits analysis, since questions which do not appear on a common questionnaire cannot be cross-tabulated. As well, the sample size available for those cross-tabulations which are possible is generally less than with the short form/long form design.

Sampling at the processing stage was also considered. This technique was used in the U.K. Census of 1981. The procedure has the advantages of standardizing all operations through to the end of field collection, of equalizing respondent burden (though at the maximum level), and of having the unused data available for further research and evaluation. However, the procedure is more expensive than sampling at collection, it more severely limits the length of the (single) questionnaire, and it risks the possibility of adverse publicity since a large amount of data collected at considerable cost would not be used.

Following this review, it was decided to repeat the 1971 and 1976 methodology in 1981 with the only major question being the choice of the sampling fraction. The process of choosing a sampling fraction involved a careful consideration of five factors: data quality, cost, respondent burden, timeliness, and possible operational problems.

Data Quality

The direct effect of a reduction in the sampling fraction is to increase the Total Standard Error (TSE) of all Census figures that are based on sample data. For example, the increase in TSE is about 20% for a change from 1/3 to 1/4, and about 38% for a change from 1/3 to 1/5. The effect of this increase on the usefulness of sample data is highly dependent on the size of the estimate. For large numbers (e.g., Canada or provincial totals), the data would remain highly reliable, but for small geographic areas or detailed cross-classifications, an increase in TSE could render the data unreliable, in the sense that the sampling error is too high for the purposes intended. This judgement is, of course, somewhat a subjective one, since the potential uses of the data cannot always be known. However, specifically identified problem areas, such as tabulations for Prince Edward Island (Canada's smallest province), and detailed industry by occupation tabulations, were studied to assess the effect of a change. In most cases, the number of unreliable cells increased by about 10-20% in going from 1/3 to 1/5. Such an increase was felt to be the maximum that could be tolerated.

Cost

Estimates of the cost savings which could be achieved were identified in three major areas, specifically enumerator pay, coding of long form items and data entry (Table 1). These savings were out of a total census budget of approximately $100 million. In addition, unquantified savings were expected in other areas such as printing costs, shipping charges, edit and imputation and tabulation. These unquantified savings were felt to more than offset any

additional costs of modifying the weighting system to accommodate a different sampling fraction.

Table 1: Estimated Cost Savings ($ 000) for Various Sampling Fractions

COST	1/4 versus 1/3	1/5 versus 1/3
Enumerators	493	788
Coding	616	1,000
Data Entry	585	950
TOTAL	1,694	2,738

Respondent Burden and Timeliness

The benefits of a lower sampling fraction in terms of a reduced respondent burden and improved timeliness were acknowledged, but were not as easy to quantify. As an approximation, however, it was noted that a change from 1/3 to 1/5 would mean a 40% reduction in the number of long forms to be completed by respondents. Comparable savings in the time required for labour intensive processing operations such as coding and keying were also expected, meaning that results could be released earlier than in previous censuses.

Operational Factors

Special operational considerations also influenced the choice of a sampling fraction. For example, a one in four sample would have required a special control mechanism to ensure that the dwelling pattern within certain types of buildings (e.g., duplexes) did not lead to systematic selection of a particular dwelling type. A suggestion to use 100% enumeration in Prince Edward Island in order to overcome data quality problems was also rejected largely on operational grounds, as well as on the basis that other provinces might request similar treatment.

The final decision for a 20% sample was regarded as the best balance among the various considerations referred to above.

Implementation of Sampling

Data for more than 98% of the population were collected by self-enumeration in the 1981 Census. In all self-enumeration areas, a one in five systematic sample of occupied private dwellings was selected to receive a long form (Form 2B) containing all census questions. The remaining private dwellings received a short form (Form 2A) containing only the basic census questions (name, relationship to person one, sex, marital status, mother tongue, date of birth, type of dwelling, tenure, and coverage improvement questions). Within each enumeration area (EA), a random start (1, 2, 3, 4 or 5) was specified to indicate which was the first dwelling to receive the long form.

All dwellings in those areas enumerated by the canvasser method (about 2% of the population) received the Form 2B. The Form 2B was also completed for all collective dwellings. Information on unoccupied private dwellings was recorded on a Form 2A except for canvasser areas where a Form 2B was used.

In sampling terminology, the sample can be described as a stratified

systematic sample of private occupied dwellings using a constant one in five sampling rate in all strata (enumeration areas). As a sample of persons, it can be regarded as a stratified systematic cluster sample with each dwelling as a cluster.

In order to minimize the risk of any deviation from the specified procedure for selecting the sample, the basic drop-off or delivery procedure required the Census Representative (CR) to pre-plan a route covering all dwellings in his/her EA following certain rules about the order in which city blocks and rural roads were to be enumerated, and then to visit each dwelling and leave a census questionnaire. The selection of the sample, i.e., the decision as to which type of questionnaire to leave at each occupied dwelling, was facilitated by the Visitation Record (VR), the document in which the CR listed each dwelling in his/her area. This document was printed so that every fifth line was shaded to signify that a Form 2B should be delivered. The random start was implemented by deleting either zero, one, two, three or four lines at the start of the VR according to whether the fifth, fourth, third, second or first dwelling in the EA was to be the first to receive the long form. Thereafter, the dwelling listed on each shaded line automatically received the long form. These procedures were spelled out in the CR's Manual and emphasized in his/her training. In addition, the route followed by the enumerator was checked by his/her supervisor. In most cases, this check was a simple one, since most urban areas in Canada have a regular pattern of house numbers.

Estimation from the Census Sample

Any sampling procedure requires an associated estimation procedure for scaling sample data up to the full population level. Mathematically, an estimation procedure can be described by an algebraic formula that shows how the value of the estimator for the population is calculated as a function of the observed sample values. However, in a survey or census in which a wide range of characteristics is collected, or in which the estimation formula is at all complex, the procedure of applying a formula separately for each estimate required is not feasible. The approach taken in the census (and in many sample surveys) is to split the estimation procedure into two stages: (a) the calculation of weights (known as the weighting procedure); (b) the summing of weights to produce estimated population counts. Any mathematical complexity is then contained in step (a) which is performed just once, while step (b) is reduced to a simple process of summing weights which takes place at the time a tabulation is retrieved. Also, since the weight attached to each sample unit is the same for whatever tabulation is being retrieved, consistency between different estimates based on sample data is assured.

In the case of the special populations which received the 2B questionaire on a 100% basis, the sample counts were equivalent to the total population counts. Weights of 1 were thus applied to all members.

For the one-fifth sample, the simplest method of weighting would have been to assign a weight of 5 to each person and household. However, in the case of the census sample, there is a great deal of supplementary knowledge available about the population being sampled in the form of basic 100% data at every geographic level. Such information can be used to reduce the sampling error of the estimates made from the census sample. However, it can also be a source of confusion for data users, in the sense that the sample estimates are

not always consistent with all the population information at every geographic level. Whenever a cross-tabulation of a sample variable and a 100% variable is produced, the tabulation has to be based on sample data. This results in estimated marginal totals for the 100% variable which may differ from the corresponding population figure appearing in a tabulation based on 100% data. The weighting procedure used in the census thus has two specific goals: (1) to reduce the sampling error of the estimates made from the census sample, and (2) to minimize the inconsistency between total population and weighted sample counts for small geographic areas and for important subgroups of the population.

One of the most common estimation techniques which uses supplementary information to improve sample estimates and to ensure sample population consistency is ratio estimation. The procedure consists of defining important subgroups of the population (e.g., age-sex groups within province) and, for each subgroup, counting the number of units of the population in the subgroup (N) and the number in the sample (n). Each sample unit in the subgroup is then assigned a weight equal to N/n.

This procedure can lead to substantial reductions in standard error in many situations, and will also ensure consistency between sample estimates and population figures for the chosen subgroups and combinations of these subgroups. However, although the procedure will tend to improve consistency for smaller subgroups, (e.g., single years of age), it will not ensure consistency for these smaller subgroups, nor for subgroups defined in terms of other basic characteristics. One could consider extending the procedure to subgroups defined as the cells in a cross-classification of all relevant 100% characteristics, but as the subgroup becomes smaller the procedure becomes unstable (i.e., the standard error of the estimates increase). The challenge, therefore, is to retain the advantages of ratio estimation without suffering the instabilities of using small subgroups.

The solution adopted is to carry out ratio estimation iteratively for two distinct and exhaustive sets of subgroups until the weights converge. This procedure, known as the "raking ratio estimation procedure (RREP)", has been used since the 1971 Census. The operational details and the statistical properties of the RREP are described in Brackstone and Rao, 1975 and Arora and Brackstone, 1977. The important point to note in this procedure is that the size limitations (to avoid instability in the estimators) apply only to the row and columns totals and not to the individual cells of the matrix (some of which could even be empty).

There are two parameters in the RREP which are crucial to the question of consistency between sample estimates for 100% characteristics and the corresponding population figures. The first is the choice of the geographic area or weighting area (WA) within which the RREP is applied. The second is the choice of the variables forming the subgroups.

The WA is the geographic area for which exact agreement is ensured for total counts of persons and households for those subgroups used in the RREP. From the point of view of consistency for small areas, the smaller the WA the better. However, the smaller the WA the less detail is possible in the variables used to form the subgroups. The compromise adopted for the 1981 Census was the following:

(a) a WA should contain between 3,000 and 7,000 persons
(b) WA boundaries should respect the boundaries of Census Divisions and, as far as possible, of Census Subdivisions, Census Tracts and Federal Electoral Districts.
(c) a WA should be made up of whole EAs and should generally be connected

These constraints represented the ideal situation only, and in most situations they could not all be satisfied simultaneously.

Variables defining the subgroups for use in the RREP were chosen using two criteria. First, a strong correlation between the variables and the sample characteristics was important in minimizing the sampling error of the sample estimates. Secondly, the need to ensure consistency for important population subgroups, such as those frequently used for cross-classification in published tabulations, influenced the choice of variables. Two different sets of variables were used in 1981, one for person weights, the other for household weights. For example, for calculating person weights, age-sex-marital status formed one set of subgroups while family status - mother tongue formed the other.

Associated with each set of subgroups was a collapsing strategy designed to prevent the occurrence of small population counts, empty row or column totals for the sample, and extreme ratios of population count to sample count. In theory, an optimal strategy for forming weighting subgroups would have been to use all categories of all 100% variables, and then use the collapsing strategy until the size constraints on row and column totals were met. In practice, however, such a strategy could not be implemented because of the computer storage constraints and the complex programming that would have been required. The collapsing strategy actually implemented was specified manually, and was designed to preserve the homogeneity of the collapsed rows or columns as much as possible and to retain the most important subgroups.

Operationally, the RREP was almost fully automated. Weighting areas were formed using a program that took into account EA population, geographic co-ordinates of EA centroids, and the geostatistical areas (Census Divisions, Subdivisions, etc.) in which the EA was located. The program provided a listing of the weighting areas thus formed and allowed changes to be made manually if appropriate. Once the weighting areas had been fixed, the cross-classification of data, the collapsing of subgroups, the calculations of weights and the assignment of these weights to records on the data base took place entirely within the computer.

Evaluation of Sampling and Weighting

Although a full evaluation of the sampling and weighting procedures has not been completed, a few points can be noted.

First, the sampling method chosen was as simple as possible both in terms of the selection procedure itself and in terms of its effects on other Census operations. Although more complex designs might have had some advantages, e.g., lower sampling error, there is a danger that a complex method would be implemented incorrectly and would thus increase, rather than decrease, the total level of error. As well, the direct savings in both cost and time due

to sampling could be lost in other census operations.

Secondly, the weighting procedures were not completely successful in meeting the objective of sample-population consistency. Not all weighting areas respected all geographic boundaries, and subgroups of the variables used in the RREP did sometimes have to be collapsed. These deviations from the ideal weighting procedure did produce occasional anomalies in the data which required explanation. However the problems were relatively isolated and did not disrupt the planned production of data.

Finally, even if the weighting had been completely successful there would still remain discrepancies between tabulations based on 100% data and those based on sample data, simply due to sampling variation. These differences were especially noticeable for small geographical areas (e.g., EAs) or for small subgroups of the population. Thus there will always be a need to alert the user to these differences and the reasons for them.

4. THE USE OF SAMPLING IN CENSUS PLANNING

In an undertaking as important and expensive as a national census, a primary consideration in the choice of the methods and procedures to be used is their reliability. Sampling can play an important role in planning improvements to census procedures and in lowering the risk of census taking. It can be used for testing questionnaire wording, trying new collection procedures, and estimating time and cost requirements for the full census. Studies can either be conducted in advance of the census or built into the census process itself, for use in future censuses. Results from such studies do not always have to be nationally representative to be beneficial; in fact, in some cases, it may be more effective to focus attention on specific problem areas. This section describes a few of the planning tests that made use of sampling.

Questionnaire Testing

A series of modular tests of alternative questionnaire wordings was carried out prior to the finalization of the 1981 questionnaire. Some of these tests attempted to improve questions which had proved problematic in previous censuses. Others were designed to check for problems in new questions. In addition, a test of a bilingual short form questionnaire, rather than the usual separate English and French questionnaires, was conducted.

The methodology used for the bilingual questionnaire test was typical. Four test sites across the country where the potential problems with a bilingual questionnaire were expected to be most severe were selected. A sample of dwellings was selected in each site using the 1971 Census as a frame. A random half of the dwellings in each site received a bilingual questionnaire, while the other half received a unilingual questionnaire in the majority language of the area. The final decision not to use a bilingual questionnaire was reached after an analysis of response rates and respondent comments.

Testing of Collection Methods

In the more urbanized areas of Canada, respondents mail back their

completed questionnaires, while in the rural areas the questionnaires are picked up by the CR. For farm operators, who are required to complete a Census of Agriculture questionnaire as well, drop-off and pick-up are carried on concurrently with the Census of Population and Housing. In planning for 1981, it was decided to examine the potential benefits and drawbacks of using a mailback methodology in all self-enumeration areas of Canada.

Two test sites were selected, in eastern and western Canada, and a test using the mailback methodology was conducted in June of 1977. The test used the 1971 questionnaire, with minor modifications, and adhered as closely as possible to all of the usual census enumeration procedures, including publicity campaigns, field editing, follow-up and quality control.

A number of factors were considered in making a final decision on whether to extend the mailback procedure. These included costs and timeliness of the collection operation, public reaction to the mailback method and the quality of response. After a detailed analysis, it was recommended that the pick-up methodology be retained in the rural areas for 1981.

Testing and Evaluation of Editing Procedures

Editing of completed questionnaires takes place at several stages of the collection process. The first stage is a series of checks made by the CR on each questionnaire as it is received back from the respondent. Every questionnaire which fails this edit is followed up by telephone or, if necessary, in the field. The 1981 Edit Sample Study attempted to evaluate the cost-effectiveness of this edit, in terms of the cost of follow-up and the resultant improvement, if any, in data quality.

To make such an evaluation, it was necessary to capture the responses as received from respondents before any editing took place. A sample of questionnaires was drawn from the post office mailbags during the ten days following Census day, and the sampled questionnaires were then transcribed onto separate forms. Using the data from this study, it is possible to simulate the effect of alternative edit rules on edit failure rates and the consequent field follow-up costs. By linking the data to the final questionnaires received in Head Office, the effect of the edit rules on data quality can also be assessed. Results of the study conducted in 1981 are not available at the time of this writing, but will be used in planning for the 1986 Census.

5. THE USE OF SAMPLING DURING CENSUS IMPLEMENTATION

Sampling was also used at several points during the actual operation of the census. This chapter describes two of the most prominent applications: quality control and "random additions".

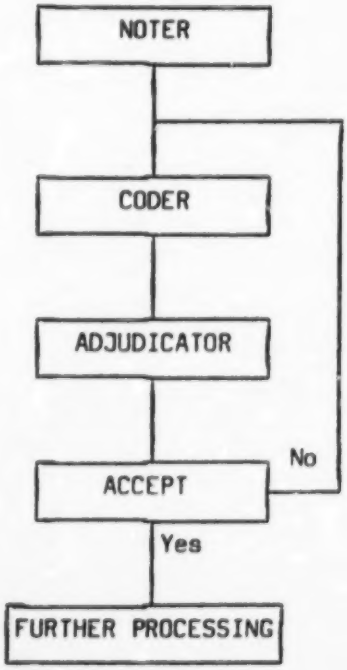
Quality Control

The work of enumerators in the field, and the work of clerks in regional processing offices, were subject to quality control. In both cases, decisions as to whether completed work was acceptable were made on the basis of random samples of questionnaires selected from each batch of work and checked for accuracy and completeness. In the case of enumerators' work, specially trained Quality Control Technicians were employed to check each EA before

questionnaires were sent to the regional offices for further processing. The QC Technician's work was in addition to, and independent of, certain basic checks performed at an earlier stage by the enumerator's supervisor.

Within regional offices, the major operation subject to quality control was the coding of write-in answers (e.g., industry, occupation, place of work). Figure 1 illustrates the quality control cycle. For each EA, a "noter" would pull a sample of questionnaires and code them on a special noting form. After the coding clerk had completed his/her work, the sample-coded questionnaires would be compared with the corresponding noting forms. Any discrepancies were identified by an adjudicator who would attribute an error to the noter or the coder. Any EA's containing coding errors which exceeded the acceptable tolerance level were returned to the coding operation for corrections. Since each coder handled many batches, the quality control analysis could be extended to determine whether an individual clerk's work was such that he/she should be retrained or removed.

Figure 1 Quality Control Cycle in Regional Office Processing



Quality control was also applied to the data entry operation, and in this case it was almost completely automated. Data were first keyed into the computer with no interaction between computer and operator. Once a batch was completed, the computer automatically selected a sample of forms for verification, using quality control specifications and a random number generator programmed into the system. The original and verified versions of the entered data were compared within the computer, and the decision to accept or reject the batch was made automatically.

Random Additions

As well as adjustments to the Census population figures to account for sampling, adjustments are also made to account for known deficiencies in the coverage of dwellings, individuals and households. These adjustments are based on two studies, the Temporary Residents Check and the Vacancy Check, which are described in detail below. These studies provide estimates of coverage error rates at a relatively aggregated level (e.g., province by dwelling type by number of occupants). Adjustments are made by randomly assigning the errors to EA's, adjusting the corresponding EA level counts, and adjusting the weights of randomly selected persons and households within the EA. For example, suppose as a result of the Vacancy Check that an additional apartment with two persons was to be assigned to an EA. The count of the number of vacants in that EA would be reduced by one and the count of households and persons would be increased by one and two respectively. Correspondingly, a Form 2B apartment with two people would be randomly selected from the EA and the weights assigned to the household and the two persons in it would all be increased by 1.

Temporary Residents Check

Persons away from their usual place of residence on Census night were to be enumerated at their temporary residence on a special individual questionnaire (called a Form 3) which, among other items, asks the address of their usual place of residence. Such persons should also have been included as permanent residents at their usual residence. Recognizing that many persons away from home on Census night would not be enumerated at their usual residence (particularly where a whole household was away), a random sample of persons enumerated as temporary residents on Forms 3 was selected and each selected person was matched against the Census questionnaire for his usual residence to see whether or not he had been enumerated there. In this way, the estimated number of temporary residents missed at their usual residence was established. These estimates were then used to add the required number of persons to the final data base.

Vacancy Check

The Vacancy Check Study was designed to verify the accuracy of the classification of dwellings as "unoccupied". The methodology consisted of selecting a sample of about 1,250 EA's and re-enumerating all dwellings within the selected EA's which were originally classified as unoccupied. This re-enumeration was done soon after the census itself by specially trained census enumerators and using a specially designed questionnaire. The study permitted the estimation of the number of dwellings classified as unoccupied which were in fact occupied, the number of individuals and households missed as a result of this misclassification, and the number of dwellings that should have been classfied as unsuitable for occupancy instead of unoccupied. Again, these estimates were used to adjust the final counts on the census data base.

6. THE USE OF SAMPLING IN DATA QUALITY EVALUATION

Sampling is also used extensively in evaluation studies aimed at measuring the quality of census data. Two such studies are described: the Reverse Record Check for measuring undercoverage in the Census of Population and Housing, and a Census - probability survey micromatch used for measuring

response errors in the Census of Agriculture.

The primary purpose of the Reverse Record Check (RRC) is the estimation of the number and characteristics of persons and households missed by the census. The basic methodology involves the construction of a list of persons who should have been enumerated in the 1981 Census from sources independent of that census. The four sources are:

(i) persons enumerated in the 1976 census,
(ii) births from 1976 to 1981, from vital statistics records,
(iii) immigrants from 1976 to 1981, from immigration records,
(iv) persons missed in the 1976 census, from the 1976 RRC.

A sample of persons is selected from each of these four frames, and a tracing operation is undertaken to determine their 1981 Census addresses. The census record for each address is then searched to determine whether the person was enumerated. Each case not found enumerated is followed up in order to confirm the 1981 Census address.

At the end of these tracing - searching - followup operations, each case is classified into one of five basic results: (a) enumerated, (b) missed, (c) deceased, (d) emigrated or (e) no trace. The last category, no trace, is in effect a non-response category. In 1981 the no trace rate was 3.4%, in 1976 it was 4.8%. Results are weighted to the population to account for the sampling from the various frames and for the no-trace category. A wide variety of tabulations of persons and households missed by the 1981 census can then be run.

The basis for studying the quality of the 1981 Census of Agriculture counts was comparison with alternative, independently collected agricultural data. The major sources of comparable data were two annual probability surveys, the Agriculture Enumerative Survey and the Farm Enumerative Survey, which together produced estimates for the majority of the country. The surveys covered the same major land use, livestock and farm operating expense items as the census, and were conducted just one month after the census. However the quality of response was felt to be superior due to the use of more experienced and highly trained interviewers. Macro-level comparisons of survey estimates with the corresponding census estimates provided an indication of possible overall biases in the data.

In order to study census and survey response differences at the individual farm level, records from the two files were matched in a computerized linkage operation. The name, address and telephone number of the operator of each survey farm were used to identify the corresponding census record. A manual resolution of non-matches was also carried out. Thus, by comparing the values recorded on the census and surveys for records linked during the micro-match, differences in response could be isolated from variations in totals due to coverage.

7. CONCLUSION

Today, the use of sampling as a method of reducing costs, lowering overall respondent burden and producing results more quickly has, with few exceptions, been understood and accepted by the public. To the practitioner, sampling's proven advantages have meant that it is now applied not only in

data collection but in virtually every aspect of census-taking.

Nevertheless, the decision to use sampling must still be made with care. For example, sampling is already used to make adjustments to census figures for certain sources of undercoverage, and the possibility of other sample-based adjustments is now being debated. In addition, as census taking becomes more expensive there may be pressure to replace some aspects of conventional methodology, such as field follow-up of non-respondents, with estimation based on sample data. Such potential applications of sampling are sure to generate controversy, since they imply a movement away from the traditional concept of the census as a count of each and every individual. The resultant effect on the public's perception of the census and their continued willingness to support it will be an important factor in deciding how sampling should be used.

As well, the increasing use of administrative data as an alternative source of small-area statistics will affect the future of sampling in the census. While in some countries administrative data have to some extent replaced conventional census questions, such data sources are seen in Canada as being complementary to the Census. Future statistical programs will likely see greater integration of data from censuses, sample surveys and administrative records, and the application of modelling methods to produce estimates for small areas will no doubt increase.

For the immediate future, however, plans for the 1986 Census call for a repeat of the 1981 methodology, again with a one in five sampling ratio. Nevertheless, the effects on cost and data quality of a one in seven or a one in ten fraction have been examined. An evaluation of the weighting procedures used in 1981 is still underway, and further research and development in this area may be needed. Again, sampling will play a prominent role in census planning, in quality control of collection and processing, and in evaluating the quality of census data. For example, several proposed questions on disability have recently been tested in a supplementary sample survey to the monthly Labour Force Survey.

As mentioned at the start of this paper, the census has a long history in Canada, and this tradition has played a significant role in its success. Sampling is by comparison a new technology, but it is doubtful that the richness and variety of data which the modern census produces would be possible without it.

ACKNOWLEDGEMENTS

This paper was prepared by D. Royce. Much of the material in this paper is drawn from previous reports on sampling in Canadian censuses, in particular Brackstone (1975), Coulter (1983), Statistics Canada (1980 and 1983), and Trottier and Dibbs (1983). The author would also like to thank G. Brackstone, R. Platek, P.F. Timmons, R. Burgess and E.T. Pryor for advice and assistance in preparing this paper.

REFERENCES

Arora, H.R. and Brackstone, G.J. "An Investigation of the Properties of Raking Ratio Estimators with Simple Random Sampling", Survey Methodology, Vol. 3, No. 1, pp. 62-83, June 1977.

Arora, H.R. and Brackstone, G.J. "An Investigation of the Properties of Raking Ratio Estimators with Cluster Sampling", Survey Methodology, Vol. 3, No. 2, pp. 232-252, December 1977.

Boyer, R., Copp, J. and March, M. "Data Quality Measurement: Vacancy Check Study; Methodology and Results Report", Statistics Canada Internal Report, June 1983.

Brackstone, G.J. "Sampling in the 1976 Census", Statistics Canada Internal Report, April 1972.

Brackstone, G.J. and Rao, J.N.K. "Raking Ratio Estimators", Statistics Canada Internal Report, February 1975.

Brackstone, G.J. "The Use of Sampling Methods in Canadian Censuses of Population and Housing: Experiences and Plans", Paper Presented at XII Session of the Committee on Improvement of National Statistics, Inter-American Statistical Institute, Lima, Peru, November 1975.

Charron, A. and Burgess, R.D. "Alternate Sampling Methodologies for the 1981 Census of Population and Housing", Statistics Canada Internal Report, March 1976..

Coulter, J. "The 1981 Census of Population and Housing Weighting Procedures - A Non-Technical Report", Statistics Canada Internal Report, January, 1983.

Fellegi, I.P. "Response Variance and its Estimation", Journal of the American Statistical Association, 59, pp. 1016-1041, December 1964, .

Hansen, M.H., Hurwitz, W.N. and Bershad, M.A. "Measurement Errors in Censuses and Surveys", Bulletin of the International Statistical Institute, 38, pp. 359-374, August 1959.

March, M. "Edit Sample Study - The Sample Design, its Selection and Proposed Uses for It", Statistics Canada Internal Report, November 1975.

Noel, J.H. "1977 Census Test, Extension of Mailback to Rural Areas, Feasibility Report, Report Number One", Statistics Canada Internal Report, December 1977.

Poklitar, J. "Analysis of the February 1976 Bilingual Test", Statistics Canada Internal Report, June 1976.

Statistics Canada "Quality of Data, Series 1: Sources of Error - Sampling and Weighting", Catalogue 99-844, February 1980.

Statistics Canada "Quality of Data, Series 1: Sources of Error - Coverage", Catalogue 99-840, March 1980.

Statistics Canada "Summary Guide - Total Population (Draft Version)", Catalogue 99-902, June 1983

Statistics Canada "1981 Census of Agriculture, Evaluation of Data Quality, (Draft Version)", Catalogue 96-918, October 1983.

Trottier, I. and Dibbs, R. "Sampling in the 1986 Census", Statistics Canada Internal Report, October 1983.

(3)
E-600F
C. 2.

Utilisation de l'échantillonnage dans le recensement du Canada de 1981

Statistique Canada

Décembre 1983

(Préparé par D. Royce, Division des méthodes de recensement et d'enquêtes-ménages).

RÉSUMÉ

C'est au recensement du Canada de 1941 que l'échantillonnage a pour la première fois été utilisé dans le cadre des opérations sur le terrain. Le présent document fait l'historique de l'échantillonnage dans les recensements canadiens et met l'accent sur les méthodes d'échantillonnage utilisées pour le recensement de 1981. D'autres applications de l'échantillonnage y sont également analysées, en ce qui touche la planification, la mise à l'essai, la mise en oeuvre et l'évaluation d'un recensement. La conclusion traite du rôle de l'échantillonnage dans les recensements à venir et, plus précisément, des mesures qui sont prévues pour le recensement de 1986.

1. INTRODUCTION

Les origines des recensements au Canada remontent à plus de 300 ans, soit au premier recensement effectué par Jean Talon dans les colonies de la Nouvelle-France en 1666. En 1867, en vertu de l'Acte de l'Amérique du Nord britannique, le Dominion du Canada était créé et le recensement du Canada était officiellement établi. Selon cet acte, un recensement devait être effectué en 1871 et tous les dix ans par la suite. Le recensement avait alors pour objectif principal de déterminer la répartition de la population en vue de l'établissement des limites électorales. Plus récemment, les statistiques du recensement ont servi à calculer les subventions par habitant qui étaient versées aux provinces et aux municipalités, à orienter les politiques économiques et sociales, à planifier le développement industriel et à prévoir les besoins en écoles, en routes et en de nombreux autres services publics. Pour répondre à la demande croissante de données plus fréquentes, on a réalisé en 1956 le premier d'une série de recensements quinquennaux, lesquels ont également eu lieu en 1966 et en 1976.

L'échantillonnage statistique est au contraire un phénomène relativement récent. L'échantillonnage s'est cependant rapidement taillé une place importante dans une foule de domaines. Par exemple, les comptables y ont recours pour la vérification des états financiers et les entreprises pour contrôler la qualité de leurs produits. Cette technique est également utilisée dans les sondages d'opinion et les enquêtes qui visent à recueillir des renseignements sur les réactions et les caractéristiques d'une population. De façon générale, on décide d'avoir recours à l'échantillonnage pour réduire les coûts ou obtenir les résultats plus rapidement, ou encore pour ces deux raisons. Le désavantage de l'échantillonnage est que les résultats étant fondés sur un échantillon, ils peuvent ne pas être aussi précis que ceux basés sur l'ensemble de la population. Toutefois, quand l'utilisation que l'on prévoit faire des résultats permet d'accepter une telle perte de précision (laquelle peut être minime avec un échantillon de taille importante), les avantages sur le plan des coûts l'emportent souvent. En outre, la réduction de l'envergure d'une enquête quand elle est menée auprès d'un échantillon peut de fait contribuer à réduire les erreurs non dues à l'échantillonnage, un autre avantage susceptible de compenser dans une certaine mesure la perte de précision.

Le présent document explique comment les techniques de recensement et d'échantillonnage ont été combinées dans le cadre du recensement du Canada de 1981. La section 2 présente un bref historique de l'utilisation de l'échantillonnage dans les recensements antérieurs. La section 3 décrit la principale application de l'échantillonnage, soit la collecte de données autres que les données de base auprès d'un échantillon de ménages. Les sections 4, 5 et 6 portent sur d'autres applications de l'échantillonnage, depuis la planification et la mise en oeuvre d'un recensement jusqu'à l'évaluation de la qualité des données. La section 7 présente en guise de conclusion certaines réflexions au sujet du rôle de l'échantillonnage dans les recensements ainsi qu'une brève description des plans du recensement de 1986.

2. HISTORIQUE DE L'UTILISATION DE L'ÉCHANTILLONNAGE DANS LES RECENSEMENTS CANADIENS

L'échantillonnage a été utilisé pour la première fois dans le recensement canadien de la population et du logement de 1941. Cette année-là, la majorité des questions sur le logement ont été posées à un ménage sur dix. L'échantillon des ménages était constitué à l'étape du dénombrement. En outre, un échantillon d'un dixième des secteurs de dénombrement a été choisi au Bureau central aux fins de la publication préliminaire de certaines données économiques et de certaines données sur les familles. Au recensement de 1951, seul un cinquième des ménages ont eu à répondre à l'ensemble des questions sur le logement. Les ménages dont le numéro se terminait par 2 ou par 7 ont reçu le questionnaire-échantillon sur le logement. Au recensement de 1961, on a eu une fois de plus recours à un échantillon d'un cinquième des ménages, lesquels devaient non seulement répondre à l'ensemble des questions sur le logement, mais aussi à des questions supplémentaires sur des caractéristiques de la population comme la migration, la fécondité et les sources de revenu. Les questionnaires-échantillon ont été livrés au moment du dénombrement principal et ont par la suite été repris par les mêmes agents recenseurs.

Plusieurs modifications importantes ont été apportées aux méthodes de recensement dans le cadre du recensement de 1971. Le principal changement a été l'abandon de la méthode traditionnelle de recensement par interview au profit de l'autodénombrement pour la majeure partie de la population. En effet, les résultats de plusieurs études réalisées au Canada et ailleurs (Fellegi, 1964; Hansen et coll., 1959) ont révélé que l'effet dû aux agents recenseurs intervient pour une grande part de la variance des chiffres du recensement lorsque celui-ci est effectué par interview. Comme l'importance de cet effet croît en proportion de l'ampleur de la tâche de l'agent recenseur, il faudrait en théorie qu'il y ait un agent recenseur pour chaque répondant pour que cet effet soit réduit au minimum. En pratique, cela signifie que chaque répondant doit devenir son propre interviewer. Il était donc logique de s'attendre à ce que l'autodénombrement contribue à une réduction de la variance des chiffres du recensement grâce à la diminution correspondante de l'effet dû aux agents recenseurs. De plus, avec la méthode de l'autodénombrement, les répondants disposent de plus de temps et de plus d'intimité pour répondre aux questions du recensement, facteurs qui peuvent aussi contribuer à accroître l'exactitude des réponses. C'est le cas particulièrement des questions sur le logement et le revenu, pour lesquelles les répondants peuvent avoir à consulter des dossiers personnels.

Le contenu est un second aspect par lequel le recensement de 1971 se distinguait des recensements antérieurs. Jamais auparavant le champ d'application n'avait été aussi vaste et le nombre des questions aussi élevé. Après avoir pesé la question du coût, du fardeau des répondants et des délais par rapport au niveau de qualité des données qu'on souhaitait obtenir en utilisant les méthodes d'autodénombrement et d'échantillonnage, on a décidé de recueillir les données autres que les données de base auprès d'un échantillon formé d'un ménage sur trois. Dans tous les secteurs de dénombrement à l'exception de ceux des régions éloignées du Canada, un ménage privé sur trois a reçu la "formule complète" dans laquelle toutes les questions du recensement étaient contenues alors que le reste des ménages privés ont reçu la "formule abrégée" ne contenant que les questions de base: nom, lien avec le chef de ménage, sexe, date de naissance, état matrimonial, langue maternelle, genre de

logement, mode d'occupation, nombre de pièces, alimentation en eau, toilettes et un certain nombre d'autres éléments d'information visant à améliorer la couverture. Tous les ménages de certains secteurs de dénombrement éloignés désignés à l'avance, ainsi que tous les logements collectifs, ont reçu la formule complète.

Le contenu du recensement de 1976 était beaucoup moindre que celui du recensement de 1971. On n'y retrouvait pas les questions qui causent le plus grand nombre de problèmes au moment de la collecte (par exemple celles sur le revenu) ou celles qui entraînent les coûts de codage les plus élevés (par exemple les questions sur les professions, l'activité et les lieux de travail). En conséquence, les avantages de l'échantillonnage en termes de diminution des coûts et d'allégement du fardeau des répondants n'étaient pas aussi évidents que dans le cas du recensement de 1971. Néanmoins, après avoir estimé les économies pouvant découler de l'utilisation de diverses fractions de sondage et après s'être demandé de quelle façon le public réagirait au retour à un dénombrement complet malgré les résultats efficaces obtenus avec l'échantillonnage en 1971, on a décidé d'avoir recours, en 1976, à la même méthode d'échantillonnage qu'en 1971.

3. UTILISATION DE L'ÉCHANTILLONNAGE À L'ÉTAPE DE LA COLLECTE DES DONNÉES DANS LE RECENSEMENT DE 1981

Au moment du recensement de 1981, il y avait longtemps que les avantages de l'échantillonnage étaient reconnus. À l'étape des préparatifs de cette enquête, on a entrepris une étude de faisabilité détaillée de plusieurs plans d'échantillonnage différents qui pouvaient être utilisés. Outre le plan déjà employé combinant une formule abrégée et une formule complète, on a envisagé de recourir à des échantillons emboîtés. Dans ce genre de plan d'échantillonnage, on utilise plusieurs versions différentes du questionnaire, chacune ayant une combinaison différente de groupes de questions. Cette méthode a été utilisée dans le recensement des États-Unis de 1970 à l'aide de trois questionnaires, et elle a aussi été mise à l'essai dans le recensement du Royaume-Uni de 1974 avec dix questionnaires. Le principal avantage de l'échantillonnage par emboîtement est la réduction du nombre maximal de questions auxquelles toute personne doit répondre. Avec ce genre de méthode, on peut, si on le désire, utiliser des fractions de sondage différentes pour différentes questions. On a cependant jugé que ces avantages ne réussissaient pas à compenser les inconvénients, notamment la plus grande complexité des méthodes de collecte et de traitement des données et le fardeau supplémentaire imposé aux agents recenseurs. En outre, la méthode limite l'analyse puisque les questions qui ne figurent pas sur un questionnaire commun ne se prêtent pas à la production de tableaux à entrées multiples. De plus, quand des tableaux à entrées multiples peuvent être établis, la taille de l'échantillon sur lequel ils sont fondés est généralement inférieure à celle de l'échantillon utilisé dans le cadre du plan combinant formule abrégée et formule complète.

On a également étudié la possibilité d'un échantillonnage à l'étape du traitement. Cette technique a été utilisée dans le recensement du Royaume-Uni de 1981. Les avantages d'une telle façon de procéder sont l'uniformisation de toutes les opérations jusqu'à la fin du travail de collecte sur le terrain, une répartition égale du fardeau des répondants (quoique à un niveau maximal) et la possibilité d'exploiter les données inutilisées à des fins de recherche et d'évaluation plus poussées. Une telle procédure se révèle cependant plus

coûteuse que l'échantillonnage au moment de la collecte. Elle comporte beaucoup plus de restrictions pour ce qui est de la longueur du questionnaire (qui est unique) et elle prête beaucoup plus le flan à la critique puisqu'une quantité importante de données recueillies à un coût considérable ne sont pas destinées à être utilisées.

A la suite de cet examen, on a décidé de continuer à appliquer en 1981 la méthode déjà utilisée en 1971 et en 1976, mais il restait à régler la question importante du choix de la fraction de sondage. A cette fin, il a fallu procéder à une analyse minutieuse des cinq facteurs suivants: qualité des données, coût, fardeau des répondants, délais et problèmes opérationnels possibles.

Qualité des données

L'effet direct d'une réduction de la fraction de sondage est d'accroître l'erreur-type totale (ETT) de tous les chiffres du recensement qui sont basés sur des données fragmentaires. Plus précisément, l'ETT augmente d'environ 20 % si l'on passe d'une fraction de 1/3 à 1/4 et d'environ 38 % si l'on passe d'une fraction de 1/3 à 1/5. L'effet d'une telle augmentation sur l'utilité des données obtenues par échantillonnage dépend largement du niveau de détail des estimations. A un niveau de désagrégation élevé (par exemple totaux pour le Canada ou les provinces), les données demeureraient suffisamment fiables, mais dans le cas des petites régions géographiques ou des classifications recoupées détaillées, une augmentation de l'ETT pourrait avoir pour résultat la non-fiabilité des données, l'erreur d'échantillonnage devenant trop élevée pour les utilisations prévues des données. Evidemment, ce jugement demeure quelque peu subjectif puisqu'il n'est pas toujours possible de déterminer à l'avance à quoi serviront les données. On a cependant cherché à évaluer l'effet qu'aurait un tel changement dans certains secteurs précis susceptibles de poser des problèmes, par exemple les totalisations pour l'Île-du-Prince-Édouard (la plus petite province du Canada) et les désagrégations poussées des secteurs d'activité selon les professions. Dans la plupart des cas, le nombre de cases de données non fiables augmentait d'environ 10 à 20 % quand la fraction de sondage passait de 1/3 à 1/5. Cette augmentation a été jugée comme le maximum que l'on pouvait tolérer.

Coût

On a produit des estimations des économies qui pourraient être réalisées dans les trois principaux domaines suivants: rémunération des agents recenseurs, codage des éléments de la formule complète et introduction des données (voir tableau 1). Ces estimations doivent être comparées à un budget de recensement total d'environ $100 millions. D'autres épargnes non quantifiées étaient également prévues, notamment au titre des coûts d'impression, des frais d'expédition ainsi que des coûts du contrôle et de l'imputation et des totalisations. On est parvenu à la conclusion que ces épargnes non quantifiées compenseraient plus que largement tous les coûts additionnels que pourrait entraîner une modification du système de pondération découlant de l'utilisation d'une fraction de sondage différente.

Tableau 1: Economies estimatives (en milliers de dollars) selon diverses fractions de sondage

COUT	1/4 par rapport à 1/3	1/5 par rapport à 1/3
Agents recenseurs	493	788
Codage	616	1,000
Introduction des données	585	950
TOTAL	1,694	2,738

Fardeau des répondants et délais

On a reconnu les avantages d'une fraction de sondage plus petite pour ce qui est de la réduction du fardeau des répondants et de l'amélioration des délais, mais ceux-ci n'ont pas été aussi faciles à quantifier. On a toutefois noté qu'un changement de 1/3 à 1/5 entraînerait une réduction de 40 % du nombre des formules complètes que les répondants auraient à remplir. On s'attendait également à des économies de temps tout aussi importantes dans le cas des opérations de traitement exigeant beaucoup de travail manuel, dont le codage et l'introduction des données, de sorte que les résultats pourraient être publiés dans des délais moindres que ceux des recensements antérieurs.

Problèmes opérationnels

Divers facteurs opérationnels sont aussi entrés en ligne de compte dans le choix de la fraction de sondage. Ainsi, un échantillon constitué d'un quart des ménages aurait nécessité la mise en place de mécanismes de contrôle spéciaux pour s'assurer que les caractéristiques des logements de certains types de bâtiments (par ex. les duplex) n'entraînent pas la sélection systématique d'un genre de logement en particulier. Il avait été proposé que l'Île-du-Prince-Édouard fasse l'objet d'un dénombrement intégral en vue de résoudre les problèmes de qualité des données. Cette suggestion a elle aussi été rejetée, principalement pour des raisons opérationnelles, mais aussi pour éviter que les autres provinces n'aient les mêmes exigences.

La décision d'utiliser un échantillon de 20 % a finalement été prise parce que cette solution semblait offrir le meilleur compromis entre les différents facteurs susmentionnés.

Mise en oeuvre du plan d'échantillonnage

Au recensement de 1981, les données ont été recueillies par autodénombrement pour plus de 98 % de la population. Dans tous les secteurs d'autodénombrement, on a formé un échantillon systématique constitué d'une fraction de 1/5 des logements privés, lesquels devaient remplir la formule complète (formule 2B) contenant toutes les questions du recensement. Les autres logements privés ont reçu une formule abrégée (formule 2A) ne renfermant que les questions de base du recensement (nom, lien avec la Personne 1, sexe, état matrimonial, langue maternelle, date de naissance, genre de logement, mode d'occupation et autres questions visant à assurer une meilleure couverture). Dans chaque secteur de dénombrement (SD), une origine était choisie au hasard (1, 2, 3, 4 ou 5) pour déterminer le logement qui serait le premier à recevoir une formule complète.

Tous les logements des secteurs dans lesquels la méthode de recensement par interview a été utilisée (environ 2 % de la population) ont reçu la formule 2B. De même, tous les logements collectifs ont eu à remplir la formule 2B. Les renseignements sur les logements privés inoccupés ont été recueillis à l'aide de la formule 2A, sauf dans les secteurs de recensement par interview où la formule 2B était utilisée à cette fin.

Selon la terminologie statistique, il s'agissait d'un échantillonnage stratifié systématique des logements privés occupés, avec fraction de sondage constante d'un cinquième à l'intérieur de chacune des strates (secteurs de dénombrement). En tant qu'échantillonnage de personnes, il peut être considéré comme un échantillonnage stratifié systématique en grappes, chaque logement correspondant à une grappe.

En vue de minimiser les risques de dérogations aux règles précises de sélection de l'échantillon, la procédure de livraison de base obligeait chaque agent recenseur à préparer à l'avance un itinéraire couvrant tous les logements compris dans son SD, en se conformant à certaines règles au sujet de l'ordre dans lequel les îlots des agglomérations urbaines et les routes des agglomérations rurales devaient être recensés. L'agent recenseur devait ensuite visiter chaque logement et y laisser un questionnaire du recensement. Pour l'aider dans son travail de sélection de l'échantillon, c.-à-d. pour lui permettre de déterminer quel genre de questionnaire devait être laissé à chaque logement occupé, l'agent recenseur disposait d'un Registre des visites (RV), document dans lequel l'agent recenseur dressait la liste de chacun des logements de son secteur. Ce document comportait à toutes les cinq lignes une zone ombrée pour rappeler à l'agent recenseur de livrer une formule 2B. Pour tenir compte de l'origine choisie au hasard, on biffait une, deux, trois, ou quatre lignes au haut du Registre selon que le premier logement du SD à recevoir la formule complète devait être le quatrième, le troisième, le deuxième ou le premier, respectivement. Si aucune ligne n'était biffée, c'est donc que le cinquième devait être choisi. Après cela, chaque logement inscrit sur une ligne ombragée recevait automatiquement une formule complète. Ces procédures étaient énoncées clairement dans le Manuel de l'agent recenseur et bien expliquées dans le cadre de sa formation. De plus, l'itinéraire suivi par l'agent recenseur était soumis à un contrôle par son surveillant. Dans la plupart des cas, ce contrôle était des plus simples puisque le système de numérotation des logements adopté dans la majorité des régions urbaines du Canada est uniforme.

Estimations tirées de l'échantillon du recensement

A toute méthode d'échantillonnage doit être associée une méthode d'estimation qui permet de pondérer les données de l'échantillon en vue d'obtenir des estimations à l'échelle de la population totale. Mathématiquement, une méthode d'estimation peut être décrite au moyen d'une formule algébrique qui donne la valeur de l'estimateur pour la population en fonction des valeurs observées de l'échantillon. Toutefois, lorsqu'une enquête ou un recensement vise à recueillir une vaste gamme de caractéristiques, ou comporte une formule d'estimation un tant soit peu complexe, il n'est pas possible d'appliquer séparément une formule pour chaque estimation nécessaire. La méthode retenue dans le recensement (et dans de nombreuses enquêtes par sondage) consiste à diviser le processus d'estimation en deux étapes: a) le calcul de poids (qu'on appelle la pondération) et b) la sommation des poids pour obtenir des estimations relatives à la population. Tous les aspects mathématiques complexes

sont ainsi confinés à l'étape a) qui n'est exécutée qu'une seule fois, tandis que l'étape b) est réduite à un simple processus de sommation qui a lieu chaque fois qu'une totalisation est effectuée. En outre, comme le poids rattaché à chaque unité de l'échantillon est le même quelle que soit la totalisation effectuée, la compatibilité est assurée entre les différentes estimations fondées sur l'échantillon.

Dans le cas des populations spéciales dont chaque unité recevait le questionnaire 2B, les totaux établis pour l'échantillon étaient équivalents à ceux établis pour l'ensemble de la population, de sorte qu'un poids de 1 a été attribué à tous les membres.

Là où l'échantillon représentait un cinquième de la population, la méthode de pondération la plus simple aurait consisté à attribuer un poids de 5 à chaque personne et à chaque ménage. Toutefois, dans le cas de l'échantillon du recensement, il y a beaucoup de renseignements supplémentaires que l'on connaît au sujet de la population échantillonnée, c'est-à-dire les données de base recueillies auprès de la totalité de la population, à chaque niveau géographique. Il est possible grâce à ces renseignements de réduire l'erreur d'échantillonnage des estimations tirées de l'échantillon du recensement. Toutefois, cela peut aussi engendrer de la confusion chez les utilisateurs des données, car les estimations tirées de l'échantillon ne sont pas toujours compatibles avec les données relatives à l'ensemble de la population à chaque niveau géographique. Lorsqu'on produit un tableau croisé d'une variable observée auprès de l'échantillon et d'une variable observée auprès de la population totale, le tableau doit être basé sur les données de l'échantillon. On obtient ainsi, pour la variable observée auprès de la population totale, des totaux marginaux estimatifs qui peuvent différer des totaux correspondants pour l'ensemble de la population qu'on pourrait trouver dans un tableau fondé sur les données à 100 %. La méthode de pondération utilisée dans le recensement vise donc deux objectifs précis: (1) réduire l'erreur d'échantillonnage des estimations tirées de l'échantillon du recensement, et (2) réduire le plus possible les incompatibilités entre les totaux fondés sur l'ensemble de la population et ceux fondés sur l'échantillon pondéré pour de petites régions géographiques et pour d'importants sous-groupes de la population.

L'estimation par quotient est l'une des méthodes les plus courantes dans lesquelles on met à contribution des renseignements supplémentaires pour améliorer les estimations tirées d'un échantillon et pour assurer la compatibilité entre échantillon et population. Cette méthode consiste à définir d'importants sous-groupes de la population (par ex., groupes d'âge et sexe à l'intérieur d'une province) et, pour chaque sous-groupe, à compter le nombre d'unités de la population qui font partie du sous-groupe (N) et le nombre d'unités qui font partie de l'échantillon (n). On attribue ensuite à chaque unité de l'échantillon qui fait partie du sous-groupe un poids de N/n.

Cette technique permet dans de nombreux cas de réduire considérablement l'erreur type, et elle assure en outre la compatibilité entre les estimations tirées de l'échantillon et les chiffres de la population pour les sous-groupes choisis et les combinaisons de ces sous-groupes. Toutefois, bien que la méthode ait tendance à améliorer la compatibilité pour des sous-groupes plus petits (par ex., années d'âge), elle ne la garantit pas pour ces sous-groupes plus petits ni pour des sous-groupes définis en fonction d'autres caractéristiques de base. On pourrait penser à étendre la méthode à des sous-groupes

définis comme les cases d'une classification croisée de toutes les caractéristiques recueillies auprès de l'ensemble de la population, mais à mesure que la taille des sous-groupes diminue, la méthode devient instable (c.-à-d. que l'erreur type des estimations s'accroît). Il faut chercher, par conséquent, à conserver les avantages de l'estimation par quotient sans faire surgir les instabilités liées à l'utilisation de sous-groupes trop petits.

La solution adoptée consiste à réaliser une estimation par quotient de manière itérative, pour deux ensembles distincts et exhaustifs de sous-groupes, jusqu'à ce que les poids convergent. Cette méthode, appelée "procédure d'estimation de l'échantillon en formation", est utilisée depuis le recensement de 1971. Les détails techniques et les propriétés statistiques de cette procédure sont décrits dans Brackstone et Rao (1975) et Arora et Brackstone (1977). Point important à signaler au sujet de cette méthode, les limites de taille qui sont imposées (pour éviter l'instabilité des estimateurs) ne visent que les totaux des lignes et des colonnes et non chacune des cases de la matrice (dont certaines peuvent même être vides).

Deux aspects de la procédure d'estimation de l'échantillon en formation jouent un rôle crucial du point de vue de la compatibilité entre les estimations tirées de l'échantillon pour les caractéristiques observées auprès de la population totale, et les données correspondantes recueillies auprès de l'ensemble de la population. Le premier est le choix de la région géographique, ou secteur de pondération (SP), à l'intérieur de laquelle la procédure est appliquée. Le second est le choix des variables qui déterminent les sous-groupes.

Le SP est la région géographique pour laquelle il y a concordance exacte des totaux de personnes et de ménages pour les sous-groupes utilisés dans la procédure d'estimation de l'échantillon en formation. Du point de vue de la compatibilité entre petites régions, il est préférable que le SP soit le plus petit possible. Toutefois, plus le SP est petit, moins il est possible d'aller dans les détails dans le choix des variables qui définissent les sous-groupes. Le compromis adopté pour le recensement de 1981 était le suivant:

a) un SP devrait contenir entre 3,000 et 7,000 personnes;
b) les frontières des SP devraient respecter les frontières des divisions de recensement et, dans la mesure du possible, des subdivisions de recensement, des secteurs de recensement et des circonscriptions électorales fédérales;
c) un SP devrait être constitué de secteurs de dénombrement entiers et devrait généralement former une zone continue.

Ces contraintes ne représentaient qu'un idéal à viser; il n'a pas été possible dans la plupart des cas de toutes les respecter simultanément.

Les variables définissant les sous-groupes utilisés dans la procédure d'estimation de l'échantillon en formation ont été choisies selon deux critères. D'abord, il devait exister une corrélation étroite entre les variables et les caractéristiques de l'échantillon, afin que l'erreur d'échantillonnage des estimations tirées de l'échantillon soit la plus faible possible. Ensuite, il fallait tenir compte dans le choix des variables de la nécessité d'assurer une compatibilité entre des sous-groupes importants de la population comme ceux qui sont fréquemment utilisés dans les classifications croisées des

totalisations publiées. Deux ensembles différents de variables ont été utilisés en 1981, l'un pour les poids des personnes, l'autre pour les poids des ménages. Par exemple, pour le calcul des poids des personnes, un ensemble de sous-groupes a été formé d'après les variables âge, sexe et état matrimonial, tandis que l'autre a été formé d'après les variables situation dans la famille et langue maternelle.

Pour chaque ensemble de sous-groupes, on a établi des règles en vertu desquelles on pouvait combiner certains de ces sous-groupes de manière à éviter d'obtenir des totaux trop petits pour l'ensemble de la population, des totaux nuls pour une ligne ou une colonne dans le cas des données de l'échantillon et des quotients extrêmes entre les valeurs de l'ensemble de la population et de l'échantillon. En théorie, la meilleure stratégie pour former les sous-groupes de pondération aurait consisté à utiliser toutes les catégories correspondant à l'ensemble des variables observées auprès de la population totale, puis à appliquer les règles de combinaison jusqu'à ce que les contraintes imposées aux totaux des lignes et des colonnes soient respectées. En pratique, toutefois, il se révélait impossible de procéder ainsi parce qu'on ne disposait pas de suffisamment d'espace en mémoire et qu'il aurait fallu mettre au point une programmation beaucoup trop complexe. Les règles de combinaison effectivement appliquées ont été établies manuellement et visaient à préserver le plus possible l'homogénéité des lignes et des colonnes combinées, ainsi qu'à conserver les sous-groupes les plus importants.

La procédure d'estimation de l'échantillon en formation a été presque entièrement automatisée. Les secteurs de pondération ont été formés au moyen d'un programme tenant compte de la population des SD, des coordonnées géographiques des centroïdes des SD et des unités géostatistiques (divisions de recensement, subdivisions, etc.) dans lesquelles les SD étaient situés. Le programme fournissait une liste des secteurs de pondération ainsi formés, auxquels des changements pouvaient être apportés manuellement au besoin. Une fois déterminés les secteurs de pondération, la classification croisée des données, la combinaison des sous-groupes, les calculs des poids et l'attribution de ces poids aux enregistrements de la base de données ont été réalisés entièrement par l'ordinateur.

Evaluation de l'échantillonnage et de la pondération

Bien que l'évaluation complète des méthodes d'échantillonnage et de pondération ne soit pas encore terminée, quelques points méritent d'être soulignés.

D'abord, la méthode d'échantillonnage retenue était aussi simple que possible, qu'il s'agisse de la procédure de sélection proprement dite ou de ses effets sur d'autres aspects du recensement. Certes, des plans de sondage plus complexes pourraient avoir certains avantages, par exemple, celui de réduire l'erreur d'échantillonnage, mais une méthode trop complexe risque d'être mal appliquée et ainsi d'accroître plutôt que de diminuer l'erreur totale. En outre, les économies directes de temps et d'argent que permet l'échantillonnage pourraient être perdues à d'autres étapes du recensement.

Deuxièmement, les méthodes de pondération ne sont pas parvenues à atteindre tout à fait l'objectif de compatibilité entre échantillon et population. Les secteurs de pondération ne respectent pas toutes les frontières géographiques, tandis que certains sous-groupes des variables utilisées dans la procédure d'estimation de l'échantillon en formation ont dû être combinés. Ces écarts par rapport à la procédure idéale de pondération ont produit des anomalies occasionnelles des données qu'il a fallu expliquer. Toutefois, ces problèmes étaient relativement isolés et n'ont pas perturbé la production des données.

Enfin, même si la pondération avait été pleinement efficace, il demeurerait des écarts entre les totalisations fondées sur les données recueillies auprès de l'ensemble de la population et les tableaux fondés sur les données de l'échantillon, simplement en raison de la variance d'échantillonnage. Ces écarts se manifestent particulièrement dans le cas des petites unités géographiques (par ex. les SD) ou pour de petits sous-groupes de la population. Il sera donc toujours nécessaire de signaler ces écarts aux utilisateurs et de les expliquer.

4. UTILISATION DE L'ÉCHANTILLONNAGE DANS LA PLANIFICATION DU RECENSEMENT

Dans une entreprise aussi importante et aussi coûteuse qu'un recensement national, on doit tenir compte en priorité de la fiabilité des méthodes et des procédures que l'on décidera d'utiliser. L'échantillonnage peut jouer un rôle important dans la planification visant à améliorer les méthodes de recensement et peut aussi contribuer à diminuer les risques de l'opération proprement dite. L'échantillonnage peut être utilisé pour la vérification du libellé des questions, pour la mise à l'essai de nouvelles méthodes de collecte et pour l'estimation des exigences de temps et de coût du recensement complet. Les études peuvent être réalisées avant le recensement ou encore être intégrées au processus lui-même de façon à pouvoir servir aux recensements ultérieurs. Les résultats de ces études ne doivent pas nécessairement être représentatifs de l'ensemble du pays car ils peuvent dans certains cas se révéler plus utiles s'ils mettent l'accent sur certains problèmes précis. La présente partie décrit quelques-uns des essais effectués dans le cadre de la planification et pour lesquels ont a eu recours à l'échantillonnage.

Mise à l'essai du questionnaire

Une série d'essais modulaires de différentes formulations possibles du questionnaire de 1981 ont été entrepris avant sa mise au point finale. Un certain nombre de ces essais avaient pour objet d'améliorer le libellé des questions qui avaient été la cause de problèmes dans les recensements antérieurs. D'autres visaient à repérer les problèmes auxquels les nouvelles questions pourraient donner lieu. On a aussi fait l'essai d'une version bilingue du questionnaire abrégée qui aurait pu remplacer les habituelles versions anglaise et française distinctes.

La mise à l'essai du questionnaire bilingue constitue un bon exemple du genre de méthode utilisé. On a choisi dans tout le pays quatre régions d'essai où un questionnaire bilingue pouvait poser le plus de problèmes. Un échantillon de logements a été prélevé dans chaque région à l'aide de la base de sondage établie pour le recensement de 1971. Dans chaque région, une moitié des logements choisie au hasard devait répondre à un questionnaire

bilingue alors que l'autre moitié recevait un questionnaire unilingue dans la langue de la majorité. Après analyse des taux de réponse et des commentaires des répondants, on a finalement décidé de ne pas utiliser un questionnaire bilingue.

Mise à l'essai des méthodes de collecte

Dans les régions plus urbanisées du Canada, les répondants retournent leur questionnaire par la poste, une fois rempli, alors que dans les régions rurales, les questionnaires sont repris par les agents recenseurs. Dans le cas des exploitants agricoles qui doivent également remplir le questionnaire du recensement de l'agriculture, les opérations de livraison et de reprise se font au même moment que pour le recensement de la population et du logement. A l'étape de la planification du recensement de 1981, on a décidé d'examiner les avantages et les désavantages possibles de l'application de la méthode du retour par la poste à tous les secteurs d'autodénombrement du Canada.

Deux régions d'essai ont été choisies, une dans l'est et l'autre dans l'ouest du Canada, et un recensement d'essai fondé sur l'utilisation de la méthode du retour par la poste a été effectué en juin 1977. Pour cet essai, on a utilisé le questionnaire du recensement de 1971, avec de légères modifications seulement, et on a tenté le plus possible de se conformer aux procédures de dénombrement courantes, notamment pour ce qui a trait aux campagnes de publicité, à la vérification sur le terrain, au suivi et au contrôle de la qualité.

Avant de décider si on devait ou non étendre la méthode du retour par la poste aux régions rurales, on a tenu compte d'un certain nombre de facteurs, dont les coûts et les délais de l'opération de collecte, les réactions du public et la qualité des réponses. Après une analyse détaillée, il a été recommandé que l'on continue d'utiliser la méthode de reprise des questionnaires dans les régions rurales pour le recensement de 1981.

Mise à l'essai et évaluation des méthodes de contrôle

On procède au contrôle des questionnaires remplis à plusieurs étapes du processus de collecte. Il y a tout d'abord une série de vérifications que fait l'agent recenseur au moment où il reçoit les questionnaires des répondants. Chaque questionnaire rejeté à la suite de ce contrôle fait l'objet d'un suivi par téléphone ou, au besoin, sur place. L'étude de l'échantillon de contrôle de 1981 visait à évaluer l'efficacité de cette méthode sur le plan des coûts du suivi et de l'amélioration possible de la qualité des données.

Pour pouvoir procéder à une telle évaluation, il fallait disposer des réponses fournies par les répondants avant qu'elles aient subi quelque contrôle que ce soit. Un échantillon de questionnaires a été tiré des sacs de courrier postaux au cours des dix jours qui ont suivi le jour du recensement et les données des questionnaires échantillonnés ont ensuite été transcrites sur des formules distinctes. Les données tirées de cette étude permettent de simuler l'effet de différentes règles de contrôle sur les taux de rejet au contrôle et de déterminer les coûts de suivi sur place qui en découlent. En couplant ces données et celles des questionnaires reçus au Bureau central dans leur forme définitive, on peut aussi évaluer l'incidence des règles de contrôle sur la qualité des données. Les résultats de l'étude menée en 1981

n'étaient pas encore disponibles au moment où le présent document a été rédigé, mais ils serviront à la planification du recensement de 1986.

5. UTILISATION DE L'ECHANTILLON AU COURS DE LA MISE EN OEUVRE DU RECENSEMENT

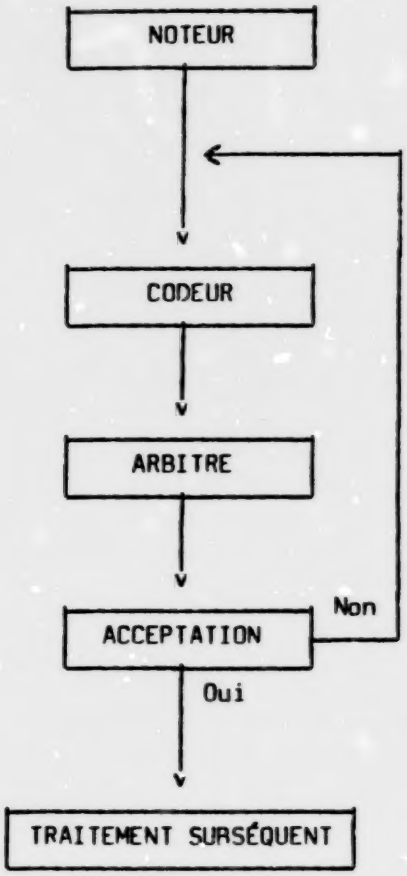
On a également eu recours à l'échantillonnage à plusieurs étapes des opérations de recensement elles-mêmes. Ce chapitre décrit deux de ces applications les plus importantes: le contrôle qualitatif et les "additions aléatoires".

Contrôle qualitatif

Le travail des agents recenseurs sur le terrain ainsi que celui des commis des bureaux régionaux de dépouillement a été soumis à un contrôle qualitatif. Dans les deux cas, afin de déterminer si le travail accompli était acceptable, on s'est fondé sur des échantillons aléatoires de questionnaires tirés de chaque lot de travail, que l'on a soumis à un contrôle pour vérifier si le traitement était exact et complet. Pour contrôler le travail des agents recenseurs, on a eu recours aux services de techniciens du contrôle qualitatif spécialement formés, lesquels devaient contrôler les questionnaires de chaque SD avant que ceux-ci ne soient envoyés aux bureaux régionaux aux fins de dépouillement. Le travail des techniciens du contrôle qualitatif était indépendant des vérifications de contrôle de base déjà effectuées par les surveillants des agents recenseurs.

Dans les bureaux régionaux, la principale opération soumise au contrôle qualitatif était le codage des réponses écrites (par exemple, celles portant sur le secteur d'activité, la profession, le lieu de travail). Le cycle de contrôle qualitatif est illustré à la figure 1. Dans chaque SD, un "noteur" prélève un échantillon de questionnaires et leur attribue un code sur une formule de notation spéciale. Une fois que le commis au codage a terminé son travail, on établit une comparaison entre les questionnaires-échantillon codés et les formules de notation correspondantes. Tout écart est repéré par un arbitre qui attribue alors l'erreur au noteur ou au codeur. Quand les erreurs de codage de tout SD dépassent le seuil de tolérance jugé acceptable, le lot est soumis à un nouveau codage pour que les corrections voulues soient apportées. Comme chaque codeur procède au dépouillement d'un grand nombre de lots, l'analyse du contrôle qualitatif a permis de repérer les cas où le codeur devait être formé à nouveau ou remplacé.

Figure 1 Cycle de contrôle qualitatif des opérations de dépouillement dans les bureaux régionaux



Le contrôle qualitatif a aussi été appliqué aux opérations d'introduction des données et, dans ce cas, il a été presque entièrement automatisé. Les données ont d'abord été introduites sur terminal d'ordinateur, sans interaction entre l'ordinateur et l'opérateur. Après l'introduction complète d'un lot, l'ordinateur choisissait automatiquement un échantillon de formules aux fins de vérification, selon les règles établies pour le contrôle qualitatif, et à l'aide d'un générateur de nombres aléatoires programmé dans le système. Les versions originales et vérifiées des données introduites étaient comparées par l'ordinateur et la décision d'accepter ou de rejeter le lot était prise automatiquement.

Additions aléatoires

Outre les ajustements qui doivent être apportés aux chiffres de population du recensement pour tenir compte de l'échantillonnage, des corrections doivent aussi être faites pour tenir compte des lacunes connues touchant la couverture des logements, des personnes et des ménages. Ces corrections sont fondées sur les résultats de deux études, la vérification des résidents temporaires et la vérification des logements vacants, lesquelles sont décrites plus

en détail ci-dessous. Ces études fournissent des estimations des taux d'erreur de couverture à un niveau d'agrégation relativement élevé (par ex., nombre d'occupants selon le genre de logement par province). La façon de procéder est la suivante: on attribue de manière aléatoire les erreurs aux SD, on ajuste en conséquence les chiffres totaux de population des SD visés et on ajuste les coefficients de pondération de personnes et de ménages choisis au hasard à l'intérieur de ces SD. A titre d'exemple, supposons qu'on doive attribuer à un SD un appartement additionnel comprenant deux personnes par suite de l'étude de vérification des logements vacants. Le nombre de logements vacants dans ce SD serait alors réduit d'une unité et les nombres des ménages et des personnes seraient respectivement augmentés d'une et de deux unités. Dans ce cas, on choisirait au hasard à l'intérieur de ce SD un appartement comprenant deux personnes pour lequel une formule 2B avait été remplie, et on augmenterait de 1 les poids attribués au ménage et aux deux personnes.

Vérification des résidents temporaires

Les personnes qui ne se trouvaient pas à leur domicile habituel le soir du recensement devaient être recensées à leur lieu de résidence temporaire au moyen d'un questionnaire individuel spécial (formule 3) dans lequel on demandait, entre autres choses, l'adresse de leur domicile habituel. Ces personnes devaient également avoir été recensées comme résidents permanents à leur domicile habituel. Pour tenir compte du fait qu'un grand nombre des personnes absentes de leur domicile le soir du recensement ne seraient pas recensées à leur domicile habituel (particulièrement lorsqu'un ménage complet était absent), on a tiré un échantillon aléatoire de personnes dénombrées comme résidents temporaires sur les formules 3 et pour chaque personne choisie, on a fait une comparaison avec le questionnaire du recensement associé à son domicile habituel pour déterminer si elle avait été ou non recensée à son lieu de résidence. De cette façon, on a pu estimer le nombre des résidents temporaires non comptés dans leur SD de résidence. Ces estimations ont ensuite servi à déterminer les corrections à apporter à la base des données finales.

Vérification des logements vacants

L'étude de vérification des logements vacants avait pour objet de vérifier le bien fondé du classement d'un logement comme "inoccupé". On a d'abord prélevé un échantillon d'environ 1,250 SD et on a ensuite procédé à un nouveau dénombrement de tous les logements dits inoccupés à l'intérieur de ces SD. Ce nouveau dénombrement a été fait peu de temps après le recensement lui-même par des agents recenseurs spécialement formés à cette fin, qui utilisaient un questionnaire conçu expressément pour cette vérification. La vérification a permis d'estimer le nombre de logements classés comme inoccupés qui étaient en réalité occupés, le nombre de personnes et de ménages oubliés à la suite de ces erreurs de classification et le nombre de logements qui auraient dû être classés comme pas encore habitables et non comme inoccupés. Ici encore, les estimations ont servi à ajuster les chiffres définitifs de la base de données du recensement.

6. UTILISATION DE L'ECHANTILLONNAGE DANS L'EVALUATION DE LA QUALITE DES DONNEES

On a aussi largement recours à l'échantillonnage dans les études d'évaluation ayant pour objet de mesurer la qualité des données du recensement.

Deux de ces études sont décrites ici: la contre-vérification des dossiers qui vise à mesurer le sous-dénombrement dans le recensement de la population et du logement, et un micro-appariement des données d'enquêtes par sondage et des données du recensement, visant à mesurer les erreurs de réponse dans le recensement de l'agriculture.

L'objet principal de la contre-vérification des dossiers (CVD) est l'estimation du nombre et des caractéristiques des personnes et des ménages non dénombrés dans le cadre du recensement. La méthode de base repose sur l'établissement d'une liste des personnes qui auraient dû être dénombrées au recensement de 1981, à partir de quatre sources indépendantes du recensement:

(i) les personnes dénombrées au recensement de 1976;
(ii) les naissances entre 1976 et 1981, selon les registres de l'état civil;
(iii) les immigrants entrés au pays entre 1976 et 1981, selon les dossiers de l'immigration;
(iv) les personnes oubliées au recensement de 1976, selon la CVD de 1976.

Un échantillon de personnes est prélevé dans chacune de ces quatre bases de sondage et une opération de dépistage est entreprise pour déterminer leur adresse au recensement de 1981. On cherche ensuite à retrouver le dossier du recensement correspondant à chacune de ces adresses pour déterminer si les personnes ont été recensées ou non. Un suivi est effectué auprès de chaque personne n'ayant pas été recensée en vue d'obtenir confirmation de son adresse au moment du recensement de 1981.

À la fin de ces opérations de dépistage, de recherche et de suivi, chaque cas est classé dans l'une des cinq catégories principales suivantes: a) personne recensée, b) personne oubliée; c) personne décédée, d) émigrant ou e) personne non retrouvée. Cette dernière catégorie correspond en fait à une catégorie de non-réponse. En 1981, la proportion des personnes non retrouvées était de 3.4 %, comparativement à 4.8 % en 1976. Les résultats sont pondérés afin d'établir des estimations pour l'ensemble de la population, en tenant compte de l'effet de l'échantillonnage effectué dans diverses bases et de la catégorie des personnes non retrouvées. On peut alors produire diverses totalisations des personnes et des ménages oubliés dans le cadre du recensement de 1981.

Pour évaluer la qualité des données du recensement de l'agriculture de 1981, on s'est fondé sur une comparaison avec d'autre données agricoles recueillies dans le cadre d'enquêtes indépendantes. Les principales sources de comparaison des données sont deux enquêtes-échantillon annuelles, l'enquête descriptive sur l'agriculture et l'enquête sur les exploitations agricoles. Ces deux enquêtes permettent de produire des estimations pour la presque totalité du pays. Menées un mois seulement après le recensement, ces enquêtes portaient sur les mêmes données principales relatives au mode d'utilisation des terres, au bétail et aux frais d'exploitation agricole. La qualité des réponses obtenues a cependant été jugée supérieure principalement parce que les interviewers possédaient une plus grande expérience et avaient reçu une formation poussée. La macro-comparaison des estimations des enquêtes et des estimations correspondantes du recensement a fourni une indication de l'existence possible de biais globaux dans les données.

Afin de pouvoir observer les écarts de réponse entre le recensement et les enquêtes au niveau des différentes exploitations, on a procédé à un appariement des dossiers des deux fichiers par couplage informatique. Le nom, l'adresse et le numéro de téléphone de chaque exploitant visé par les enquêtes ont servi à repérer le dossier correspondant du recensement. Les cas de non-appariement ont fait l'objet d'une vérification manuelle. Ainsi, en comparant les valeurs obtenues par le recensement et les enquêtes dans le cas des enregistrements couplés par le processus de micro-appariement, on a pu isoler les écarts de réponses des variations attribuables à une couverture déficiente.

7. CONCLUSION

Le public se rend de plus en plus compte aujourd'hui que l'échantillonnage est une technique qui permet de réduire les coûts, de diminuer le fardeau des répondants et de produire des résultats plus rapidement. Les avantages reconnus de l'échantillonnage ont fait que ses applications ne se limitent plus maintenant à la seule collecte de données, mais qu'elles visent aussi presque tous les aspects d'un recensement.

On doit néanmoins peser soigneusement toute décision concernant le recours à l'échantillonnage. Par exemple, on s'en sert déjà pour ajuster les chiffres du recensement afin de tenir compte d'un certain nombre de causes de sous-dénombrement, et on étudie actuellement la possibilité de procéder à d'autres ajustements de ce genre. Comme les coûts des recensements ne cessent de croître, des pressions pourraient bien être exercées pour que l'on ait recours à des estimations fondées sur des données-échantillon pour un certain nombre d'opérations, comme le suivi sur le terrain des non-répondants. Il est certain que ces autres applications possibles de l'échantillonnage susciteront une certaine controverse car elles s'éloignent de l'idée traditionnelle que l'on se fait d'un recensement, soit un dénombrement intégral de chaque membre de la population. Un facteur important dont on devra tenir compte avant de décider du rôle de l'échantillonnage, c'est son incidence sur la perception du recensement dans la population et l'appui que cette dernière est disposée à fournir.

L'utilisation de plus en plus grande de données administratives comme autre source de statistiques sur les petites régions influera également sur l'avenir de l'échantillonnage dans les recensements. S'il est vrai que dans certains pays les données administratives ont dans une certaine mesure remplacé les données recueillies dans le cadre de recensements proprement dits, au Canada, ces données sont considérées comme une source complémentaire de renseignements. Il est probable que les futurs programmes statistiques mettront davantage l'accent sur une intégration des données tirées de recensements, d'enquêtes par sondage et de dossiers administratifs, ainsi que sur l'utilisation de modèles permettant de produire des estimations pour les petites régions.

Cependant, pour ce qui est de l'avenir immédiat, on prévoit conserver pour le recensement de 1986 les méthodes utilisées en 1981, ainsi que la fraction de sondage d'un cinquième. On a malgré tout jugé bon d'examiner les effets sur le coût et la qualité des données d'une fraction d'un septième ou d'un dixième. On n'a pas encore terminé l'évaluation des méthodes de pondération utilisées en 1981 et il pourrait être nécessaire de pousser les recherches dans ce domaine en vue d'améliorations. L'échantillonnage aura une fois

de plus un rôle prépondérant dans la planification du recensement, dans le contrôle qualitatif des opérations de collecte et de traitement et dans l'évaluation de la qualité des données produites. À titre d'exemple, on a récemment mis à l'essai plusieurs questions proposées sur l'invalidité dans le cadre d'une enquête-échantillon complémentaire à l'enquête mensuelle sur la population active.

Comme on l'a mentionné au début du présent document, le recensement a une longue histoire au Canada et une telle tradition a beaucoup contribué à son succès. L'échantillonnage est en revanche une technique nouvelle, mais on ne pourrait sans doute pas sans elle produire des données d'une qualité et d'une diversité aussi grandes que celles qu'on obtient dans les recensements modernes.

REMERCIEMENTS

Le présent document a été préparé par D. Royce. Une grande partie de la documentation de base utilisée a été tirée de rapports antérieurs sur l'échantillonnage dans les recensements canadiens, tout particulièrement ceux de Brackstone (1975), Coulter (1983), Statistique Canada (1980 et 1983), et Trottier et Dibbs (1983). L'auteur tient également à remercier G. Brackstone, R. Platek, P.F. Timmons, R. Burgess et E.T. Pryor pour l'aide et les conseils très précieux qu'ils lui ont fournis.

BIBLIOGRAPHIE

Arora, H.R. et Brackstone, G.J. "An Investigation of the Properties of Raking Ratio Estimators with Random Sampling", Techniques d'enquête, vol. 3, no 1, pp. 62-83, juin 1977.

Arora, H.R. et Brackstone, G.J. "An Investigation of the Properties of Raking Ratio Estimators with Cluster Sampling", Techniques d'enquête, vol. 3, no 2, pp. 232-252, décembre 1977.

Boyer, R., Copp, J. et March, M. "Data Quality Measurement: Vacancy Check Study; Methodology and Results Report", rapport interne de Statistique Canada, juin 1983.

Brackstone, G.J. "Sampling in the 1976 Census", rapport interne de Statistique Canada, avril 1972.

Brackstone, G.J. et Rao, J.N.K. "Raking Ratio Estimators", rapport interne de Statistique Canada, février 1975.

Brackstone, G.J. "The Use of Sampling Methods in Canadian Censuses of Population and Housing: Experiences and Plans", document présenté à la XIIe Séance du Committee on Improvement of National Statistics, Inter-American Statistical Institute, Lima, Pérou, novembre 1975.

Charron, A. et Burgess, R.D. "Alternate Sampling Methodologies for the 1981 Census of Population and Housing", rapport interne de Statistique Canada, mars 1976.

Coulter, J. "The 1981 Census of Population and Housing Weighting Procedures - A Non-Technical Report", rapport interne de Statistique Canada, janvier 1983.

Fellegi, I.P. "Response Variance and its Estimation", Journal of the American Statistical Association, 59, pp. 1016-1041, décembre 1964.

Hansen, M.H., Hurwitz, W.N. et Bershad, M.A., "Measurement Errors in Censuses and Surveys", Bulletin de l'Institut international de statistique, 38, pp. 359-374, août 1959.

March, M. "Edit Sample Study - The Sample Design, its Selection and Proposed Uses for It", rapport interne de Statistique Canada, novembre 1975.

Noel, J.H. "1977 Census Test, Extension of Mail-back to Rural Areas, Feasibility Report, Report Number One", rapport interne de Statistique Canada, décembre 1977.

Poklitar, J. "Analysis of the February 1976 Bilingual Test", rapport interne de Statistique Canada, juin 1976.

Statistique Canada, "Qualité des données, Série 1, Sources d'erreurs: Echantillonnage et pondération", no 99-844 au catalogue, février 1980.

Statistique Canada, "Qualité des données, Série 1, Sources d'erreurs: Couverture", no 99-840 au catalogue, mars 1980.

Statistique Canada, "Guide sommaire - Population totale (version provisoire)", no 99-902 au catalogue, juin 1983.

Statistique Canada, "Recensement de l'agriculture de 1981, Evaluation de la qualité des données, (version provisoire)", no 96-918 au catalogue, octobre 1983.

Trottier, I. et Dibbs, R. "Sampling in the 1986 Census", rapport interne de Statistique Canada, octobre 1983.

POOR

QUALITY

ORIGINAL